

BAB XII

DISKUSI DAN KESIMPULAN

XII.1. Diskusi

5-Hidroksimetilfurfural (5-HMF) dapat digunakan sebagai bahan baku dalam proses produksi senyawa 1,2-metil tetrahidrafuran, 2,5-dimetilfuran, 2-metilfuran yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif atau senyawa aditif untuk bahan bakar; Tetrahidrofurfuril alkohol, 2,5 dimetil tetrahidrofuran, furan yang dapat digunakan sebagai solvent; 2-hidrometil-5-vinylfuran dan furfuryl alkohol yang dapat digunakan sebagai resin; 2,5-diaminometilfuran, 2,5furandikarboksialdehida (FDC), 2,5 furandikarboxylic acid (FDCA), dan 2,5-dihidroksimetil-tetrahidrofuran (DHMTFF) yang dapat digunakan sebagai solvent polimer dan bahan untuk pembuatan polimer (polyester, termoplastik polyester, poliamida); Levulinic acid yang dapat digunakan sebagai prekursor bahan-bahan farmasi, plastik, dan bahan bakar. Pembangunan pabrik 5-HMF didasarkan pada AVA Biochem BSL AG Muttentz, Swiss dan diharapkan dapat memenuhi kebutuhan 5-HMF di Indonesia terutama bagi industri-industri (bahan kimia, makanan, farmasi) dan laboratorium yang menggunakan 5-HMF sebagai bahan baku setengah jadi dalam pembuatan senyawa kimia ataupun *solvent*.

Untuk mengetahui kelayakan prarencana pabrik 5-HMF, perlu dilakukan peninjauan dari beberapa segi yang diuraikan sebagai berikut.

- Segi proses dan produk

Produksi 5-HMF dengan proses-proses yang dipilih dalam pembuatan 5-HMF adalah *pre-treatment* kombinasi metode *steam explosion* dan metode alkali, hidrolisis dengan metode *sub-critical water* (SCW) dan katalis heterogen untuk proses isomerisasi dan dehidrasi. Dipilih proses *pre-treatment steam explosion* karena dapat menghilangkan lebih dari 90% kandungan hemiselulosa (dengan menggunakan *steam*) sedangkan *pre-treatment* proses alkali dapat memecah lignin menjadi p-kumaril-Na, koniferil-Na, dan sinapil-Na (dengan menggunakan larutan NaOH 1%) dan dapat menghilangkan komponen lignin lebih dari 90%. Pemilihan proses hidrolisis dengan menggunakan *sub-critical water* (SCW) karena konversi selulosa menjadi glukosa tinggi. Dan penggunaan katalis

heterogen yaitu TiO_2 sebagai katalis dalam pembuatan 5-HMF pada proses isomerisasi dan dehidrasi karena memiliki tingkat selektivitas yang tinggi sehingga tidak terjadi pembentukan hasil samping dan dapat digunakan kembali (*recycle*). Kemudian dilakukan proses pemurnian dengan proses ekstraksi cair-cair yang menggunakan pelarut *Dichloromethane* (DCM). Pelarut DCM tidak menghasilkan produk samping, dan mudah dilakukan proses pemisahan karena memiliki perbedaan densitas yang tinggi dengan 5-HMF. Sehingga produk 5-HMF dengan kemurnian tinggi yaitu 96,7% tanpa hasil samping dapat terpenuhi.

- Segi bahan baku

Bahan baku yang digunakan yaitu tandan kosong kelapa sawit (TKKS) karena ketersediaan TKKS sangat melimpah di semua provinsi yang ada di Indonesia. Keterlimpahan jumlah limbah TKKS juga dapat diamati dari peningkatan jumlah perkebunan kelapa sawit di Indonesia setiap tahunnya. Selain itu dengan menggunakan limbah TKKS sebagai bahan baku tentunya membantu mengurangi jumlah limbah TKKS di Indonesia yang belum dimanfaatkan secara optimal.

- Segi lokasi

Pabrik 5-HMF ini direncanakan dibangun di Kawasan Industri Dumai, Kecamatan Medang Kampai, Kota Dumai, Provinsi Riau karena Provinsi Riau merupakan provinsi penghasil TKKS terbesar di Indonesia dan jarak lokasi pabrik 5-HMF dengan salah satu sumber bahan baku tidak jauh. Selain itu adanya akses transportasi (seperti jalan raya dan pelabuhan), sungai Dumai sebagai sumber air, PLN sebagai sumber listrik utama juga tidak jauh dari lokasi pabrik. Sehingga dapat dikatakan lokasi didirikannya pabrik 5-HMF ini sangat strategis.

- Segi ekonomi

Dari segi ekonomi dengan metode analisa *Discounted Cash Flow*, Untuk mengetahui sejauh mana kelayakan pabrik 5-HMF ini dari sisi ekonomi, maka dilakukan analisa ekonomi dan hasil analisa ekonomi tersebut adalah:

1. Waktu pengembalian modal atau *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak adalah selama 3 tahun 11 bulan 3 hari.

2. Waktu pengembalian modal atau *Pay Out Time* (POT) setelah pajak adalah selama 4 tahun 10 bulan 20 hari.
3. *Break Even Point* (BEP) adalah sebesar 45,11%, sehingga pabrik ini layak didirikan dan beroperasi.

XII.2. Kesimpulan

Pabrik : 5-Hidroksimetilfurfural (5-HMF)

Kapasitas : 20 ton/tahun

Bahan baku : Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)

Sistem operasi : Kontinyu

Utilitas :

- Air Sungai : 854,7315 m³/hari
- Listrik : 1.258,6014 kW

Jumlah tenaga kerja : 103 orang

Lokasi pabrik : Kawasan Industri Dumai, Kecamatan Medang Kampai, Kota Dumai, Provinsi Riau

Analisa ekonomi dengan Metode *Discounted Flow*

- *Rate of Return* (ROR) sebelum pajak : 23,78 %
- *Rate of Return* (ROR) sesudah pajak : 16,73 %
- *Rate of Equity* (ROE) sebelum pajak : 37,28 %
- *Rate of Equity* (ROE) sesudah pajak : 30,01 %
- *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak : 3 tahun 11 bulan 3 hari
- *Pay Out Time* (POT) sesudah pajak : 4 tahun 10 bulan 20 hari
- *Break Even Point* (BEP) : 45,11 %
- *Minimum Acceptable Rate of Return* (MARR) : 14,83 %

DAFTAR PUSTAKA

- Alibaba (2013). "Equipment Price." diakses pada 2 November 2020, from www.alibaba.com.
- Andreia,dkk (2011). "Critical Review 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) as a building block platform: Biological Properties, Synthesis and Synthetic Applications." *Green Chem* 13 (754).
- Aries, R.S., Newton, R.D., 1955, "Chemical Engineering Cost Estimation", New York:McGraw-Hill Book Company.
- Baroncini, C., P. Di Filippo, G. Latini, and M. Pacetti. 1980. "An Improved Correlation for the Calculation of Liquid Thermal Conductivity." *International Journal of Thermophysics* 1(2): 159–75.
- Brownell, L. E., Young, E.H. (1959). "Process Equipment Design". New Delhi, Wiley Eastern, Ltd.
- D.Ulrich, G. (1984). "A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics". Canada, John Wiley & Sons, Inc.
- Eremeeva, T.,dkk (2001). "Fractionation and Molecular Characteristics of Cellulose during Enzymatic Hydrolysis." *Cellulose* 8: 69-79.
- Fan, L. T.,dkk (1987). "Hydrolysis Cellulose. In *Cellulose Hydrolysis*". S. Aibadkk. Berlin, Springer-Verlag. 3: 197
- Geankoplis (2003). "Transport Processes and Separation Process Principles". New Jersey, Prentice Hall.
- Jahnavi, Gentela, Govumoni Sai Prashanthi, Koti Sravanthi, and Linga Venkateswar Rao. 2017. "Status of Availability of Lignocellulosic Feed Stocks in India : Biotechnological Strategies Involved in the Production of Bioethanol Status of

- Availability of Lignocellulosic Feed Stocks in India: Biotechnological Strategies Involved in the Production O.” *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 73(February 2018): 798–820. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2017.02.018>.
- Janz, G. J. (1967). “Thermodynamic Properties of Organic Compounds: Estimation Methods”. United States of America Academic Press Inc
- Kern, D. Q., 1950. “Process Heat Transfer”. New York: McGraw-Hill.
- Lutong Jiao, Siyu Sun, Xianling Meng and Peijun Ji. 2019. “Sn-Based Porous Coordination Polymer Synthesized with Two Ligands for Tandem Catalysis Producing 5-Hydroxymethylfurfural Lutong.” 9(9): 1–13. <https://www.mdpi.com/2073-4344/9/9/739/htm>.
- Perry, R. H. & Green, 2008. “Perry's Chemical Engineering”. 8th ed. New York: McGraw-Hill Company
- Perry, R.H. dan Green, D.W., “Perry Chemical Engineer’s Handbook”, 7th ed, McGraw Hill., United States of America, 1997.
- Peter, M.S., Timmerhaus, K.D., dan West, R.E., “Plant Design and Economics for Chemical Engineers”, 4th ed., McGraw-Hill Book Co., New York, 1991.
- Qi, X., M. Wanatabe, dkk. (2009). "Sulfated zirconia as a solid acid catalyst for the dehydration of fructose to 5 -hydroxymethylfurfural " *Catalysis Communications*(10): 1771-1775.
- Rocha, G. J.M. et al. 2012. “Steam Explosion Pretreatment Reproduction and Alkaline Delignification Reactions Performed on a Pilot Scale with Sugarcane Bagasse for Bioethanol Production.” *Industrial Crops and Products* 35(1): 274–79.
- Sasaki, M., dkk (2004). "Kinetics of Cellulose Conversion at 25 MPa in Sub- and Supercritical Water." *AIChE J* 50: 192-202.

- Taiying, Z. (2008). “Glucose Production From Cellulose In Subcritical and Supercritical Water”. Chemical and Biochemical Engineering. Iowa, The University of Iowa. Doctor of Philosophy Degree: 12-16.
- Wang, Haiyong et al. 2019. “Recent Advances in Catalytic Conversion of Biomass to 5-Hydroxymethylfurfural and 2, 5-Dimethylfuran.” *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 103(December 2018): 227–47. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.12.010>.
- Yaws, C. L. (1999). “Chemical Properties Handbook”. New York: McGraw Hill Company, Inc.
- Zhao, Qian et al. 2011. “High Selective Production of 5-Hydroxymethylfurfural from Fructose by a Solid Heteropolyacid Catalyst.” *Fuel* 90(6): 2289–93. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fuel.2011.02.022>.